

Collection

Documents **S**ystèmes **A**graires

N° 6

**AMÉNAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES
ET SYSTÈMES DE PRODUCTION**

Actes du III^{ème} Séminaire
Montpellier 16 - 19 décembre 1986

TOME I



Département Systèmes Agraires du CIRAD

Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

Collection Documents Systèmes Agraires

Cette collection a pour but de publier les études et travaux des chercheurs du Département des Systèmes Agraires du CIRAD ainsi que ceux effectués sous leur direction ou en collaboration avec le département.

Ces études et travaux peuvent être :

- des compte-rendus de travaux de recherche entrepris sur les différents terrains où intervient le DSA,*
- des documents, rapports de mission, notes de synthèse, faisant le point sur des opérations de recherche sur les systèmes agraires ou de recherche-développement,*
- des mémoires et travaux de fin d'études apportant une contribution originale à la connaissance des systèmes agraires,*
- enfin des documents méthodologiques ou bibliographiques*

Tous ces documents sont publiés sous la responsabilité de leurs auteurs.

Cette collection se veut avant tout un instrument de diffusion des travaux de base du DSA.

Elle vient compléter "les Cahiers de la Recherche-Développement", périodique ouvert à tous, en vue de faire connaître les expériences et les méthodes relatives aux recherches sur les systèmes agraires et aux opérations de recherche-développement.

Cette même collection est également complémentaire de la "Gazette des systèmes", bulletin de liaison du DSA, qui fournit des informations sur les activités du Département et diffuse une sélection de textes relatifs à la démarche systémique.

Collection

Documents Systèmes Agraires

N° 6

AMÉNAGEMENTS HYDRO-AGRIQUES ET SYSTÈMES DE PRODUCTION

Actes du III^{ème} Séminaire
Montpellier 16 - 19 décembre 1986

TOME I



Département Systèmes Agraires du CIRAD

Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

Avenue du Val de Montferrand - B.P. 5035
34032 MONTPELLIER CÉDEX

Tél. 67.63.91.70
Télex DSA 490 294 F

SOMMAIRE

TOME I

Avant-propos Ph. JOUVE	p. 7
Discours d'ouverture J. LEFORT	p. 9
Rapport introductif Professeur G. SAUTTER	p. 13

I. Aménagements visant le contrôle de l'eau et la valorisation des eaux de surface - Atelier I

J.L. SABATIER K. ELLSASSER	Synthèse des travaux		p. 27
T. FAHO	Expérience de l'Organisme Régional de Développement (ORD) du Yatenga en matière de lutte contre l'érosion et de gestion des eaux de surface.	Burkina Faso	p. 33
P. DUGUE	Appropriation des techniques de lutte contre l'érosion et le ruissellement par les paysans du Yatenga.	Burkina Faso	p. 41
P. MARTIN	Conditions et premiers résultats de la prise en charge des aménagements de conservation des eaux et du sol au Niger.	Niger	p. 49
E. ROOSE	Problèmes posés par l'aménagement des terroirs en zone soudano-sahélienne d'Afrique occidentale.	Sahel	p. 55
W. VAN CAMPEN D. KEBE	Lutte anti-érosive dans la zone cotonnière au Mali Sud.	Mali	p. 67
Ch. LILIN	Evolution des pratiques de conservation des sols dans les pays en développement.	PVD, Haïti	p. 79
G. VALLEE P. CERQUEIRA et ali	L'irrigation d'appoint à l'aide de barrage compartimenté dans le tropique semi-aride brésilien. Une étude de cas	Brésil	p. 83
D. MARTINELLI G. SERPENTIE	La confrontation paysans-aménageurs au Yatenga. Analyses d'un agronome et d'un ethnologue.		p. 91
J.L. SABATIER	Lutte anti-érosive et développement sur la bordure orientale du plateau central au Rwanda.		p. 115

Lutte anti-érosive dans la zone cotonnière au Mali-Sud

W. VAN CAMPEN, D. KEBE

IER/DRSPR

RESUME

La présente communication passe en revue les problèmes posés par la dégradation des sols quant à leur exploitation par les agriculteurs.

Son objet est, en outre, la recherche des voies et moyens permettant de maintenir et d'améliorer le système de production dans une zone où les terres sont soumises à une forte pression démographique avec :

- un taux de défriche très élevé (7 % par an)*
- une durée de jachère très limitée*
- une érosion hydrique qui transporte toutes les couches fines mais aussi les fertilisants, ce qui se traduit par une chute des rendements*
- un système de rotation coton/céréales ne permettant pas de maintenir un équilibre au niveau des éléments majeurs (N.P.K.) par la seule fertilisation minérale*
- un croît annuel du troupeau relativement élevé (5 %) provoquant dans des zones un sur-pâturage, ce qui met à nu un élevage de prestige mal exploité, mal intégré à l'agriculture*
- une mise en valeur des terres dites incultes par les petites exploitations démunies, ne bénéficiant pas de crédit adapté.*

Tous ces facteurs ainsi énumérés engendrent une dégradation de l'éco-système se traduisant à long terme par une accentuation des phénomènes d'érosion.

C'est ainsi que la Division de recherches sur les systèmes de production rurale (DRSPR) a entrepris depuis 1980 une série de mesures en collaboration étroite avec les exploitants et l'organisme de développement (CMDT) en vue de la préservation du patrimoine foncier.

L'accent a été mis, entre autres, sur la conservation et la valorisation des ressources locales (recyclage des résidus de récolte, meilleure exploitation de l'élevage, conservation des eaux de pluie par une réduction de l'érosion hydrique, etc...).

Après la période de test au niveau exploitation et de pré vulgarisation au niveau terroir, la CMDT (organisme de développement) en rapport avec la DRSPR a démarré un projet de lutte anti-érosive pour une meilleure exploitation des acquis de la recherche. Ce projet travaille en fonction des différentes unités de paysage selon leur fonction principale (pâturage, agriculture, protection).

Les interventions sont jusqu'ici orientées vers un contrôle et une réduction du ruissellement pour une restauration de la fertilité du sol.

Dans le but de faciliter la diffusion des messages, la participation paysanne a été et reste une condition indispensable à toutes les phases de l'intervention tout en tenant compte de leur priorité et une utilisation des techniques adaptées. Cela permet autant que possible la valorisation des structures d'organisations villageoises.

La mise en valeur des bas-fonds (très peu utilisés à cause des grandes crues) n'est envisageable qu'après une maîtrise du ruissellement sur le reste du bassin versant. Cet aspect sera prochainement pris en compte.

1. INTRODUCTION

Depuis une trentaine d'années, l'agriculture dans la zone cotonnière au Mali s'est transformée très vite et d'une manière générale. Ce changement a pu se faire grâce à l'introduction simultanée de nouveaux paquets techniques sur la culture intensive de coton et la culture attelée bovine.

Cette situation s'est traduite d'une part, par une augmentation des superficies (la culture attelée concerne 60 % des exploitations), d'autre part, par une augmentation du cheptel due, non seulement à l'achat des animaux de trait, mais aussi et surtout à l'épargne réalisée suite à la commercialisation du coton.

Ces deux facteurs, renforcés par une croissance rapide de la population (2,5 % par an), ont très vite contribué à des surcharges du terroir pouvant aboutir à sa dégradation totale, si des mesures appropriées ne sont pas prises.

C'est dans cette optique que le Volet Fonsébougou de la DRSPR (Division de Recherches sur les Systèmes de Production Rurale) s'est fixé comme priorité la mise au point de méthodes permettant de mieux conserver le patrimoine foncier dans la zone.

Pour ce faire, la DRSPR s'est intéressée essentiellement à deux aspects :

- des mesures dans les domaines agronomique et zootechnique ;
- des mesures dans le domaine de l'aménagement anti-érosif.

Ces deux aspects ont été abordés dans le cadre d'une approche systémique dans le milieu réel de production, avec l'appui, d'une part, des autres membres de l'équipe pluridisciplinaire, et d'autre part, des chercheurs relevant de la recherche thématique, notamment des agropédologues et des agrostologues.

Les recherches sur la dégradation de l'écosystème en milieu paysan et les expérimentations en vraie grandeur se sont déroulées, pour la plupart, en deux terroirs villageois :

- Fonsébougou (45 km Nord-Ouest de Sikasso) avec une pluviométrie de 1 000 à 1 200 mm ;

- Kaniko (15 km Est de Koutiala) avec une pluviométrie de 700 à 1 000 mm.

Plusieurs thèmes ainsi mis au point par la recherche sont actuellement en application par l'organisme de développement de la zone, la CMDT (Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles).

Vu la gravité des problèmes de l'érosion du sol dans la zone cotonnière et suite à la demande paysanne pour y remédier, et en se basant sur les expériences de la DRSPR, la CMDT a démarré le projet "Lutte anti-érosive dans la zone Mali-Sud" en mai 1986. L'objectif essentiel de ce projet est d'encourager et d'appuyer des communautés villageoises à entreprendre des travaux d'aménagements anti-érosifs et d'appliquer des techniques agricoles plus appropriées.

En même temps, la DRSPR poursuit ses efforts de mise au point des techniques et des approches qui pourront être vulgarisées à plus grande échelle par la CMDT.

Dans ce document, nous présentons : l'environnement physique et humain de la zone Mali-Sud, un diagnostic des contraintes des systèmes de production agricole et la démarche suivie par la recherche. Ensuite, nous donnons les principaux résultats obtenus dans les domaines de l'agronomie, la zootechnie et l'aménagement anti-érosif.

2. ZONE MALI-SUD : ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET HUMAIN

1. L'environnement physique

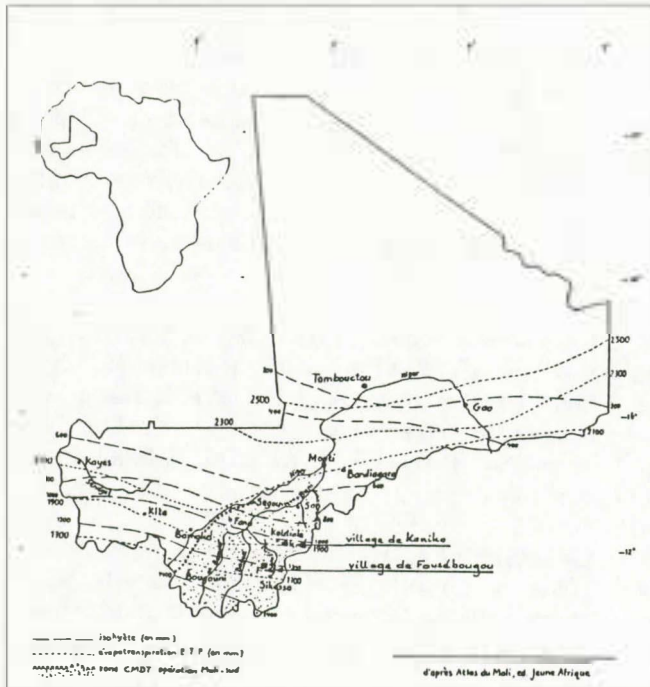
La zone de l'opération CMDT Mali-Sud est située dans le Sud-Est du Mali (voir figure 1).

Le paysage à faible relief, résultant des processus de dégradation des grès (Sikasso - Koutiala) ou du socle continental granitique (Bougouni) est caractérisé par des lambeaux de plateaux cuirassés, qui occupent 50 à 65 % de la superficie.

Les toposéquences géomorphologiques typiques comprennent : un plateau extensif de cuirasse altérée terminée par de gros rochers, un escarpement, une pente colluviale, un glacis en dégradation, un bourrelet de berge légèrement surélevé et un lit de marigot (figure 2).

La pluviométrie annuelle de la région, de climat sou-

Figure 1 - Carte du Mali



dano-guinéen, varie entre 700 mm près de San et 1 300 mm près de Sikasso (VIRMANI et al., 1980). Mais depuis 1972, la région a été touchée par une série d'années de sécheresse, et pendant cette période la pluviométrie annuelle se situe autour de 500 mm à San et de 1 000 mm à Sikasso. Les pluies tombent pendant une période de 5 à 6 mois.

L'évapotranspiration potentielle annuelle dépasse largement la pluviométrie (1 700 mm à Sikasso, 2 000 mm à San, TRAORE et al., 1980).

La végétation naturelle est une savane arborée sur les plateaux et les glacis, une végétation herbeuse dans les bas-fonds périodiquement inondés. Dans la partie sud on trouve les galeries forestières le long des marigots.

2. L'environnement humain

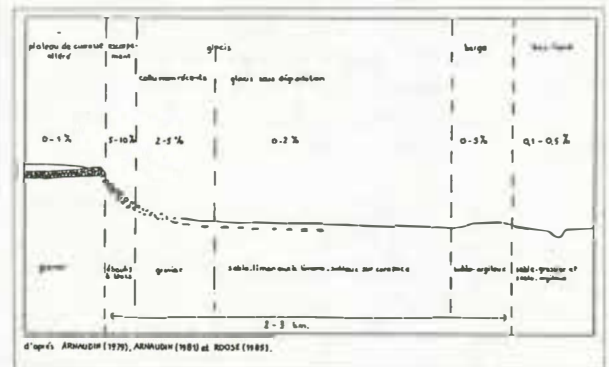
Dans la zone de 96 000 km² habite une population d'à peu près 2,2 millions d'habitants. Cette population est en majorité d'ethnie Bambara, Minianka et Sénoufo.

La population rurale est concentrée dans les villages au nombre d'environ 3 500 auxquels appartiennent de nombreux hameaux de culture qui se transforment de plus en plus en résidences permanentes.

Les villages sont organisés en plusieurs associations, par exemple celles des jeunes (par classe d'âge, par quartier) et des femmes.

Un développement extrêmement important dans la zone est la création des associations villageoises (AV)

Figure 2 - Paysage



qui réunissent toutes les exploitations agricoles d'un village. Les AV sont organisées autour de la production et de la commercialisation du coton et des céréales, et deviennent de plus en plus des organismes de développement intégré du village. Actuellement, on compte 853 AV dans la zone Mali-Sud.

Les 100 000 exploitations agricoles ou unités de production ont une taille qui varie de la grande famille composée (30 à 60 "bouches à nourrir" dans une seule exploitation jusqu'à la petite exploitation des familles nucléaires, qui sont souvent le résultat d'éclatement.

3. L'AGRICULTURE ET L'ELEVAGE

Dans la zone Mali-Sud, on rencontre un système agropastoral à dominante agricole. Dans la zone plus humide, la sédentarisation du troupeau est à peu près totale alors que dans les régions les plus sèches, les animaux peuvent être envoyés en transhumance par souci de protection des récoltes et pour une meilleure utilisation de l'espace rural (TRAORE et al., 1980).

La production agricole est caractérisée par une culture itinérante de défriche-brûlis en transition vers une agriculture sédentarisée avec une rotation biennale ou triennale de coton - céréales (sorgho et petit mil) sur des sols peu fertiles.

Le diagnostic de la situation agricole dans la zone d'intervention de la DRSPR peut être résumé en trois points (KLEENE & VIERSTRA, 1985) :

1. Un relatif retard du développement de l'élevage par

rapport à celui de l'agriculture. Ce retard de l'élevage crée un important déséquilibre du système de production, aussi bien au niveau des exploitations, qu'au niveau des terroirs.

2. La prépondérance d'un système de culture basé sur la rotation coton - céréales en l'absence de toute culture légumineuse, de quelque importance, l'insuffisance de fumure organique et l'application de l'engrais (organique et minéral) sur la seule sole cotonnière, mène à la dégradation des sols.

Ce phénomène est encore renforcé par le défrichement rapide de la réserve forestière des surfaces incultivables et la mise en valeur des terres entièrement défrichées et essouchées, où l'on pratique une culture attelée extensive. La pression démographique des hommes et du cheptel est devenue telle que la restitution de la fertilité du sol ne se fait plus ; ce qui est en contradiction flagrante avec les systèmes de culture actuellement pratiqués. Ce déséquilibre écologique s'accroît d'année en année.

3. Un paysannat de plus en plus différencié par l'adoption, à des degrés très différents, des nouvelles techniques et de possibilités d'accès de plus en plus inégales aux facteurs de production.

Par contre, des thèmes techniques non différenciés, sont vulgarisés uniformément à tous les paysans et n'atteignent, par conséquent, qu'une partie des paysans. Ainsi, les exploitations non équipées et une grande partie des exploitations se situant autour de la moyenne, sont laissées pour compte.

Ce phénomène est encore accentué par l'instabilité de "l'exploitation agricole", pour ainsi dire, l'influence, notamment des processus d'éclatement des familles. Cela se traduit par des problèmes d'organisation et de gestion de ces exploitations pour lesquelles il faut adapter les méthodes de vulgarisation et de crédit.

Les trois points sus-mentionnés caractérisent, d'une manière générale, la situation de toute la zone. Il n'en demeure pas moins qu'il y a des différences liées aux caractéristiques spécifiques de chaque zone. Il faut noter également que d'importants efforts, pour améliorer cette situation, sont entrepris par la CMDT et la DRSPR.

Malgré certaines différences en relief, sol, végétation naturelle et système de production agricole, les facteurs les plus déterminants, concernant la dégradation écologique sont la pluviométrie et la charge du terroir.

Pour donner quelques exemples :

- A Fonsébougou (1 000 - 2 000 mm) 40 % des terres cultivables sont mis en culture ; il existe peu de jachères de courte durée. Le terroir villageois de 6 000 hecta-

res, dont 65 % inculte, doit nourrir 1 000 habitants et 1 500 UBT (pour la zone, on doit compter 3 ha/UBT).

- A Kaniko (700 - 1 000 mm) 80 % des terres cultivables sont mis en culture et les jachères, même de courte durée, sont devenues rares. Le terroir villageois de 3 000 hectares, dont 50 % inculte, doit nourrir 1 000 habitants et 1 500 UBT (pour la zone, on doit compter 5 - 7 ha/UBT). En plus, Kaniko se trouve sous l'influence de la ville de Koutiala en ce qui concerne la coupe de bois.

On observe par conséquent une dégradation de l'écosystème plus aigüe et plus visible à Kaniko : la végétation arborée est plus rabougrie avec prédominance des épineux, les herbacées pérennes ont cédé la place à des annuelles (TRAORE et COULIBALY, 1986), les traces de l'érosion sont omniprésentes.

La DRSPR s'est fixée comme tâche de trouver des réponses aux contraintes identifiées, dans le but de mieux équilibrer le développement de l'agriculture et de l'élevage en tenant compte des limitations écologiques.

4. ACTIONS DE RECHERCHE AGRONOMIQUE ET DE PREVULGARISATION

1. Introduction

A partir d'un diagnostic des contraintes, la DRSPR entreprend des actions de recherche agronomique et de pré vulgarisation (dans une trentaine de villages) dans les domaines suivants :

- l'intégration de l'agriculture et de l'élevage :

- . la production de fourrage ;
- . le conditionnement et le dressage des animaux de trait ;
- . les techniques culturales mécanisées (culture attelée) ;
- . la protection sanitaire de bœufs de labour et de troupeau ;
- . la production de fumure organique dans des étables et des parcs de nuit améliorés, avec apport de litière ;
- . les pâturages (en coopération avec le Centre de Recherches Zootechniques).

- le maintien de la fertilité du sol :

- . l'introduction de légumineuses dans la rotation ;
- . le compostage des sous-produits de récolte (tiges de céréales) ;
- . l'optimisation des doses de fumure organique et minérale ;
- . la jachère améliorée.

- la différenciation des messages de vulgarisation pour un monde rural déjà assez stratifié.

Dans le cadre du présent document, nous ne pouvons pas traiter en détail tous ces thèmes de recherche, ni leur démarche, ni leurs résultats. Ici, nous nous limiterons aux aspects les plus importants ayant une influence directe ou indirecte sur l'érodibilité et la couverture du sol, et ainsi sur l'érosion. Dans un programme de lutte anti-érosive, on doit obligatoirement inclure des mesures agronomiques pour mieux rentabiliser les investissements et en assurer l'efficacité.

2. Approche du milieu

La méthode d'approche diffère selon qu'on soit dans un village de recherche (comme Fonsébougou) ou dans un village de pré vulgarisation (comme Kaniko).

A Fonsébougou, les thèmes de recherche sont menés en collaboration avec des exploitations choisies au préalable (étude de cas) et au niveau desquelles les thèmes varient d'un simple test à des essais avec répétition. Ces expérimentations sont très souvent menées en collaboration avec la recherche thématique et les contraintes rencontrées lors de l'exécution de ces expérimentations permettent de mieux apprécier certaines des difficultés liées à l'introduction des thèmes. Elles permettent aux paysans d'être associés à la conception et à l'exécution des thèmes de recherche les intéressant directement. C'est à dire que dans ce cas, l'intervention de la recherche se fait au niveau exploitation et l'effet "tache d'huile" peut s'avérer lent. Toutefois, il est à noter que le nombre d'études de cas varie d'une année à l'autre en fonction des différents thèmes de recherche retenus.

Quant à Kaniko (l'un des villages de pré vulgarisation), la démarche est toute autre : ici nous collaborons aussi bien avec la CMDT, qu'avec les paysans organisés en AV. En effet, dans cette zone, les jeunes agriculteurs ont reçu une formation fonctionnelle en langue Bambara, leur permettant de prendre en charge la gestion de leur propre exploitation.

Une "équipe technique" de l'AV est chargée, au niveau du village, du suivi des thèmes de recherche et de vulgarisation, rendant la diffusion plus large. Les thèmes sont discutés avec la CMDT et les paysans, et la restitution des résultats se fait en fin de campagne.

3. Les recherches en cours et quelques résultats obtenus

1. Production et utilisation de la fumure organique

Elle vise surtout le maintien et l'amélioration de la fertilité des sols, une amélioration de la structure et une meilleure infiltration des eaux de pluie.

La principale source de fumure organique était jusqu'ici la poudrette de parc, c'est pourquoi l'accent a été mis sur l'augmentation de la qualité de ce fumier par l'ap-

port de litière 'essentiellement constituée de tiges de céréales et autres résidus de récolte). Cela se traduit par l'abandon par les paysans du système de brûlis des résidus de récolte sous une forme plus ou moins disponible pour les plantes.

Une enquête menée en 1985, et reprise en 1986, révèle que la production de fumier est d'environ 600 kg/tête de bovin/an.

Il reste donc beaucoup à faire dans ce domaine. La plupart des paysans ne disposent pas d'un troupeau permettant l'utilisation de la totalité des tiges dans les parcs. C'est pour cette raison qu'un programme de recherche sur le compostage des résidus de récolte est en cours.

2. La production de fourrage

Le thème "production de fourrage" est passé depuis plus de deux ans en vulgarisation par la CMDT.

Pour le moment, ce thème a son importance dans le cadre du conditionnement des animaux de trait (mettre les bœufs de labour en bonne condition avant le début de l'hivernage) ; mais dans le futur, la production de fourrage devrait être augmentée pour pouvoir donner une alimentation complémentaire à l'ensemble du cheptel.

La production est dominée par le niébé, soit en culture pure ou en association avec les céréales. Cette culture progresse rapidement : pour l'ensemble de la région CMDT de Sikasso, on note 2 045 ha en 1985/86, contre 1 115 ha en 1984/85 ; soit une progression de 84 % (CMDT, 1986).

Cette augmentation se justifie par le programme de conditionnement des animaux de trait de la CMDT. A partir de 1984/85, un module de formation sur le conditionnement de bœufs de labour a été mis au point par la DRSPR et la CMDT (dans lequel on préconise une superficie de 0,25 ha de niébé fourrager par paire de bœufs). Ce document a été traduit en Bambara en vue d'une meilleure exploitation par les paysans alphabétisés.

3. L'introduction des légumineuses dans la rotation et la jachère améliorée

La rotation coton - céréales épuise le sol, l'application de l'engrais et surtout de l'urée est coûteuse. C'est pourquoi, la DRSPR fait des recherches sur les possibilités d'introduction de légumineuses dans la rotation, pour arriver à une rotation coton - céréale - légumineuse. Les espèces annuelles telles que le niébé et l'arachide sont en début d'introduction, soit en culture pure (arachide, niébé) ou en association (niébé).

En dehors de ces espèces annuelles, des recherches sont en cours sur la possibilité d'utilisation d'une légumi-

neuse pérenne (*Stylosanthès hamata*) en fin de rotation, ou sur des terres qui doivent être mises en jachère. L'amélioration de la jachère par le *Stylosanthès hamata*, semé en association avec le *Bracharia ruziziensis* donne une meilleure couverture du sol et par conséquent, une meilleure protection contre l'érosion. Il est clair que l'introduction de légumineuses et de jachères améliorées sont très liées avec l'augmentation de la production fourragère.

4. L'optimalisation de la fertilisation

La vulgarisation conseille aux paysans d'appliquer la fumure organique à la dose de 10 à 15 tonnes par hectare. Le nombre et la taille de troupeau (des simples bœufs de labour à plus de 100 têtes par exploitation) sont tels qu'on ne doit pas s'attendre à une production pouvant couvrir les besoins dans la plupart des cas (voir 4.3.1).

Des recherches sont en cours pour connaître la réponse à une dose moyenne de 5 tonnes de fumier (avec litière) apportée en plus de la dose vulgarisée d'engrais minéral sur cotonnier en tête de rotation, y inclus les arrières effets sur céréales.

5 Les techniques culturales

Les techniques culturales sont essentiellement basées sur l'utilisation de la culture attelée. Le système traditionnel de culture sur buttes est abandonné dans 80 % des cas et il est remplacé par le labour et le semis en lignes, à la main ou au semoir.

La traction animale reste néanmoins sous-exploitée. Son emploi se limite souvent aux travaux de labour, de buttage et, dans une moindre mesure, de sarclo-binage.

Les grosses pluies d'avril-mai ne servent qu'à accentuer le phénomène de dégradation, car trouvant le sol nu et encroûté. Comme les lignes de semis ne suivent pas exactement les courbes de niveau, les eaux ruissellent rapidement vers les exutoires, surtout après le buttage.

C'est ainsi qu'un certain nombre de techniques, connues ailleurs, mais non pratiquées dans la zone, sont en train d'être introduites en milieu paysan. Il s'agit notamment :

- du grattage en sec ou en semi-humide (simple ou croisé) pour briser les croûtes et permettre une meilleure infiltration des premières pluies ;
- l'orientation du labour et des lignes de semis dans le sens perpendiculaire à la pente générale ;
- le cloisonnement des billons au moment du buttage pour emmagasiner l'eau à l'intérieur des champs, dimi-

nuer le ruissellement dans les sillons et réduire le phénomène de litage.

6. Introduction d'un thème "intensification"

A titre d'illustration, nous avons présenté au tableau 1 les résultats de production obtenus par des paysans, qui avaient mis en place des parcelles de démonstration du thème "intensification".

Il s'agit de trois parcelles unitaires de 0,5 ha, piquetées, sans laisser des allées, dans des champs des paysans participants, où les techniques suivantes sont appliquées :

a. "témoin", c'est à dire les techniques habituellement appliquées par le paysan comme dans le reste de son champ (sans fumier ; labour après la première grosse pluie).

b. grattage croisé (aux pics fouilleurs) en sec ou en semi humide avant labour.

c. idem, avec en plus l'application d'une dose de 10 tonnes/hectare de fumier.

Les paysans sont choisis sur la base du volontariat parmi ceux qui disposent de quantités suffisantes de fumier. Les résultats du tableau 1 concernent l'effet de première et de deuxième année (effet résiduel sur différentes cultures) chez 4 autres paysans.

Dans ce dernier cas, les deux "traitements" b et c n'avaient pas été séparés. Il semble que l'effet travail du sol soit plus marqué que l'effet fumure ; mais ce genre de résultats doit être interprété avec prudence et on ne doit pas attendre d'autres séries avant de les confirmer. L'ap-port de fumure complémentaire (par le fumier) devra, à notre avis, accompagner l'introduction du travail de sol plus intensif, pour éviter un épuisement accéléré de la fertilité du sol.

Or, ce genre de dispositifs non statistiques se prêtent bien à la démonstration, et les résultats positifs obtenus jusqu'ici nous encouragent à poursuivre l'introduction de ce thème d'intensification.

4. Discussion

La recherche de solutions aux contraintes identifiées aboutit toujours à l'émergence de nouvelles contraintes. Par exemple :

1. La production de fumier est limitée par :

- . la taille réduite des troupeaux, voire leur absence ;
- . la divagation des animaux en saison sèche, bien qu'atténuée par l'action de conditionnement des animaux de trait.

Tableau 1 - Parcelles d'intensification : Grattage croisé (avant labour) x sans et avec fumure organique (10 t/ha) sur cotonnier (parcelles 0,5 ha)

Campagne 1985/86 (rendements kg/ha)								
Exploitations Nombre		Technique habituelle témoin (a)	Grattage croisé (b)	Grattage croisé x F.O. 10 t/ha (c)	Effet grattage croisé (b) - (a)	Effet grattage x. F.O. (c) - (a)	Différence des 2 traitements (c) - (b)	
7 Moyenne C.V. Test student Seuil $t_c > t_a$		1 196 11 %	1 721 13 %	1 891 12 %	+ 525 $t_c = 3,76$ 0,05 significatif	+ 695 $t_c = 4,05$ 0,05 significatif	+ 160 $t_c = 5,38$ 0,05 significatif	
Campagne 1984/85 : rendements (kg/ha)					Campagne 1985/86 : arrière effet (kg/ha)			
Expl. Nbre 4	Culture	Technique habituelle (a)	Grattage c. x F.O. (c)	Effet (c) - (a)	Culture	ex- parcelle (a)	ex- parcelle (c)	Effet (c) - (a)
1	Coton	1 530	2 200	+ 670	Arachide	750	950	+ 200
2	"	2 000	2 370	+ 370	Maïs	1 980	2 630	+ 650
3	"	1 935	2 060	+ 125	Maïs	2 450	2 800	+ 350
4	"	1 630	2 300	+ 670	Sorgho	865	1 200	+ 335
Moyenne		1 773	2 232	+ 459				

Source DRSPR 1986

Cependant, il n'est pas souhaitable d'augmenter encore la charge du cheptel, à cause de l'insuffisance du potentiel fourrager des terroirs villageois.

La production de compost est un bon complément, mais la question de l'optimalisation de la répartition de la superficie des cultures (coton, céréales, fourrage, etc...) et des effectifs du cheptel, mérite une attention particulière. La DRSPR en a conscience ; mais travaille, pour le moment, sur la mise au point des techniques de production de fourrage, de fumier et de compost.

2. On ne peut pas introduire une culture fourragère sans s'assurer de la production des semences (ce problème est en voie d'être résolu).

3. Le transport de résidus de récolte peut être gêné par le travail supplémentaire nécessaire.

4. Le défenseur de "mulching" peut considérer le double transport de la paille et du fumier comme une perte de temps. Mais dans la zone l'insuffisance de décomposition des tiges laissées sur place gêne les travaux mécanisés en début de saison, et sans travail du sol, on maîtrise mal les mauvaises herbes.

5. L'AMENAGEMENT ANTI-EROSIF

1. Introduction

On peut résumer les causes de l'érosion du sol dans la zone par les observations suivantes (BA et al., 1985) :

- pluies de haute intensité ;
- bassins versants à longues, faibles pentes ;
- sols fragiles à faible taux de matière organique ;
- surpâturage ;
- surexploitation du bois ;
- défrichement rapide ;
- rotation de cultures inappropriées ;
- faible taux de recyclage des résidus de récolte ;
- jachères peu productives ;
- techniques culturales inappropriées ;
- vents violents pendant la longue saison sèche.

Tous ces facteurs, ensemble, contribuent à la formation, lors des pluies, de grands courants d'eau et la formation des rigoles à travers les champs cultivés, d'importants dépôts de sable grossier, ainsi que des pertes considérables en particules fines du sol.

La plupart de ces causes demandent, bien sûr, des améliorations des pratiques agricoles, comme déjà discutées, mais également la réalisation d'aménagements anti-érosifs pour diminuer la force de ruissellement et du

vent. Sans ces aménagements, les mesures dans le domaine agronomique risquent de perdre leur efficacité. En se basant sur les observations faites par nous-mêmes et les plaintes exprimées par les paysans, la DRSPR s'est occupée d'abord de l'érosion hydrique, l'érosion éolienne n'ayant été traitée que d'une façon indirecte.

Face aux doléances des paysans du village de Fonsébougou, la DRSPR a fait une première expérience en matière de lutte anti-érosive dans ce village. Un système d'aménagement tout à fait classique, comme appliqué aussi par le F.D.R. (1) au Burkina Faso, avec des diguettes de protection, des diguettes de diversion tous les 50 à 60 m et des exutoires enherbés a été proposé aux 4 exploitations agricoles cultivant 62 ha dans un bassin versant de 500 ha, dont \pm 150 ha cultivables.

Les paysans ont réalisé ce système tout en utilisant leurs propres moyens, après un piquetage effectué par une équipe topographique. L'expérience obtenue par ce premier aménagement s'est avérée très utile : son évaluation a guidé et influencé l'évolution de nos idées.

Pour la lutte anti-érosive au Mali-Sud, la DRSPR cherche :

- des mesures anti-érosives qui sont efficaces et appropriées, c'est à dire qui sont acceptables pour le paysan, qui répondent à ses besoins et qui sont faciles à comprendre et à exécuter par lui ;

- une méthode d'approche des villages et des paysans, afin d'arriver à une introduction relativement rapide.

Etant donnée la dégradation de plus en plus rapide de l'écosystème, on doit souvent choisir pour un compromis entre l'efficacité et la facilité d'introduction. L'acceptabilité, la facilité du piquetage, l'exécution des travaux, leur simplicité (aux yeux des paysans et des agents d'encadrement), sont des critères déterminants pour faire un choix définitif des mesures à proposer.

2. Le choix des mesures anti-érosives

L'évolution du système de diversion introduit à Fonsébougou a démontré que (DRSPR, 1985 ; Van Campen et Hallam, 1985) :

- les paysans ont constaté une diminution considérable des dégâts directement causés par l'eau de ruissellement ;

- les paysans considèrent la diguette de protection comme le plus important élément du dispositif ;

- les paysans désapprouvent l'irrégularité des limites des parcelles causée par l'implantation des diguettes sinueuses à l'intérieur des champs (problèmes pour les travaux mécanisés et les mesures de superficie, donc le calcul des besoins en intrants) ;

- parfois, des pluies importantes occasionnent des brèches dans les diguettes. Ces diguettes s'affaiblissent à cause du manque de compactage lors de leur confection, du manque d'entretien, et des difficultés pour y établir une couverture végétale.

Ces observations et remarques ont mis en cause l'opportunité des diguettes de diversion à l'intérieur des champs, bien qu'elles donnent une certaine satisfaction.

On peut encore ajouter un autre point : à Fonsébougou, le système de diversion était introduit dans les champs de 4 exploitations assez grandes. Chaque système de diguettes et d'exutoires se situe à l'intérieur des limites d'une seule exploitation, c'est à dire, parfois un exutoire est situé sur la limite de deux exploitations, mais jamais une diguette ne traverse cette limite. Donc jamais une diguette ne dirige l'eau des champs d'une exploitation vers le voisin.

Aussi, le découpage des champs en parcelles irrégulières ne donne jamais lieu à des parcelles pratiquement perdues, parce que ces "restes" peuvent être ajoutés à la parcelle voisine cultivée par le même paysan.

Il est peu probable que l'on puisse introduire un tel système dans une situation où le régime foncier et l'appartenance des terres ont une configuration plus complexe (comme à Kaniko), sans avoir recours au remembrement. Or, le remembrement est une action extrêmement délicate, qui demande beaucoup de temps et d'efforts.

Les inconvénients des diguettes (cassures, rigoles, entretien) ont conduit à l'abandon du concept "diguette" (structure imperméable) au profit du concept "tampon" (structure perméable), tandis que les inconvénients des ados qui suivent la courbe de niveau à l'intérieur des champs à dénivelé fixe (irrégularité des parcelles) ont conduit à l'abandon du concept "courbe de niveau" au profit du concept "limite de parcelle" (sur les pentes cultivées, donc 0 - 2 %).

Néanmoins, pour le moment, les diguettes de protection (50 cm de hauteur) sont maintenues, bien qu'elles posent le problème de la transformation des exutoires naturels en rigoles, et qu'elles demandent un aménagement de ces exutoires. La raison de ce maintien est que la diguette de protection répond directement au souci majeur des paysans : les rigoles formées par les "eaux qui viennent des collines".

(1) F.D.R. : Fonds de Développement Rural.

Pour empêcher et mieux contrôler l'écoulement de l'eau dans les exutoires, une série de "tampons" perméables (murettes de 30 cm de hauteur ; arbustes) établis suivant les courbes de niveau en amont de la diguette de protection, est proposée.

En aval des diguettes de protection, on arrive à un cloisonnement du paysage (bocage) par l'établissement des haies vives dans les zones déjà en culture.

Tableau 2 - Schéma des interventions anti-érosives dans les différentes unités de paysage

Unité de paysage	Plateau de cuirasse altéré	Escarpement	Glacis		Bourrelet de berge	Bas-fond
			Colluvion récente	Glacis sous dégradation		
Pente	0 - 1 %	5 - 10 %	2 - 5 %	0 - 2 %	0 - 5 %	0,1 - 0,5 %
Sol	Gravier	Eboulis à blocs	Gravier	Sableux limoneux sur carapace	Sablo-argileux	Sable grossier et sablo-argileux
Fonction principale	Protection pâturage production de bois	Protection	Protection	Production agricole et production de bois	Protection	Production agricole
Produits	Pâturage bois	(bois)	(bois)	Coton, céréales, fourrage, fruits	(bois)	riz, légumes fruits pâturage
Aménagement	Régulation pâturage et coupe de bois, reboisement	Protection	Protection, reboisement, diguettes de protection, bandes d'arrêt	exutoires aménagés, haies vives sur les limites des parcelles, introduction des techniques conservatrices, réintroduction des arbres dans les champs	Reboisement protection	Création des retenues d'eau et mise en valeur des eaux retenues

Les défrichements qu'on ne peut pas arrêter seront désormais à faire selon un système mieux contrôlé (1).

Les mesures décrites jusqu'ici concernent directement les champs cultivés ou leur voisinage direct, en amont surtout. Elles doivent être complétées par :

- l'application des mesures agronomiques déjà discutées dans le chapitre précédent ;
- l'arrêt du surpâturage des plateaux et des autres zones en friche, en jachère ou incultes ;
- l'arrêt de la surexploitation du bois.

Ces deux derniers points nécessiteront des recherches probablement difficiles et laborieuses, qui pourraient aboutir à des réglementations concernant le contrôle du pâturage et de la coupe du bois. De telles recherches vi-

sent plus loin que la "simple" production de fourrage et le "simple" reboisement. Nous avons commencé à les faire, mais nous sommes encore loin des résultats. Or il n'est pas nécessaire d'attendre ces résultats pour commencer les travaux d'aménagement anti-érosif.

Ces aménagements figurent parmi les premières activités à entreprendre dans le cadre d'un "plan d'aménagement de terroir" dont la réalisation complète est prévue à moyen ou à long terme. De tels plans ont pour objectif de respecter et de renforcer les fonctions des différentes unités de paysage et de mieux valoriser les interventions entre ces différentes unités (voir tableau 2).

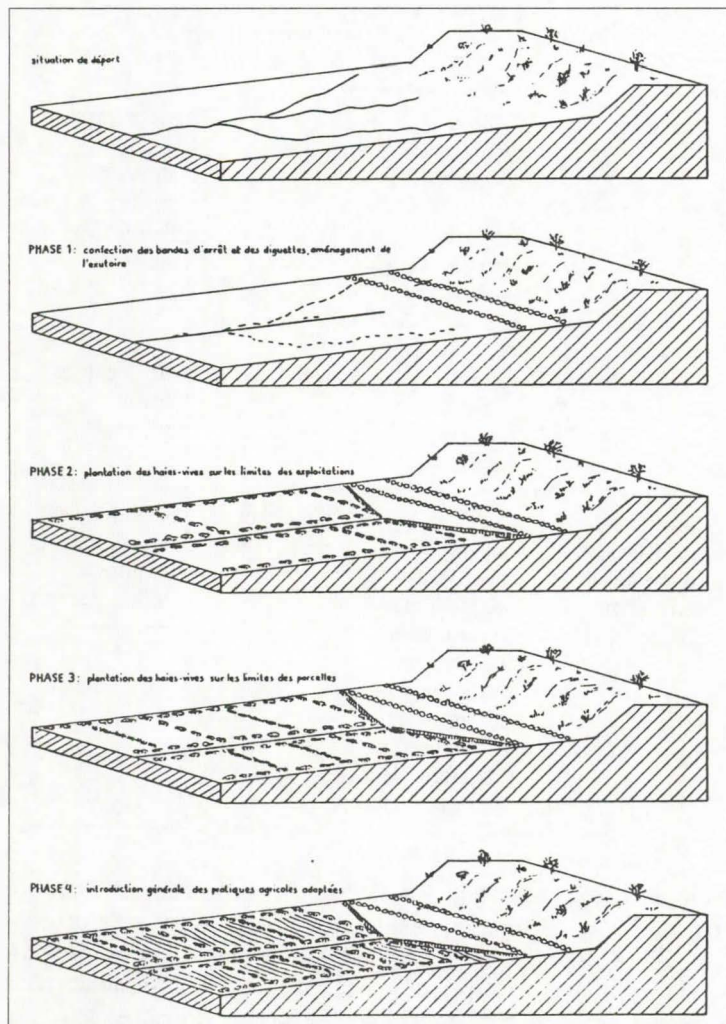
(1) Les paysans sont d'autant plus intéressés par la plantation de haies vives sur les limites de leurs champs, parce que, par ces démarcations, ils arrivent à mieux faire valoir leurs droits d'appartenance, souvent mis en cause dans ce terroir fortement occupé.

3. La réalisation du "plan d'aménagement"

1. L'ordre de l'exécution des travaux dans un sous-terroir

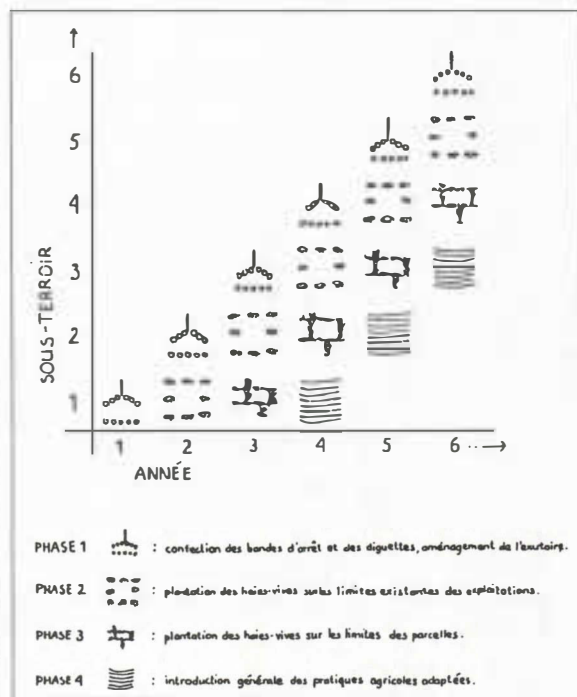
A notre avis, le choix des mesures à entreprendre et le planning de leur réalisation ne doivent pas avoir pour

Fig. 3 — Schéma d'introduction des mesures anti-érosives dans un sous-terroir



but de donner une solution "immédiate" à tous les problèmes. Ils doivent plutôt permettre de résoudre ces problèmes progressivement au cours des années, tout en tenant compte des observations et des expériences des paysans. Cette flexibilité ne doit pas empêcher de suivre un planning de travaux bien élaboré (voir figure 3).

Fig. 4 — L'ordre dans l'exécution des travaux anti-érosifs au niveau village



Des mesures bien choisies et réalisées dans un ordre logique permettent aux paysans de mieux se rendre compte des avantages et inconvénients (1).

2. L'organisation des travaux au niveau village

Vu l'importance du problème d'érosion et la quantité

(1) Par exemple, les paysans se plaignent généralement des eaux de ruissellement qui viennent des collines. Après l'implantation d'une diguette de protection, les paysans remarqueront qu'il y a toujours un écoulement d'eau dans leurs champs. Ainsi, il apparaîtra clairement que la cause de ces ruissellements n'est pas seulement due aux eaux venant de la colline, mais aussi à celles provenant des champs.

importante de travail nécessaire à la réalisation des différentes mesures anti-érosives, l'engagement de la population de tout le village est indispensable.

Cependant, cette même intensité de travail fait qu'on ne peut jamais s'attaquer à l'ensemble du problème au niveau de tout le terroir villageois. Un échelonnement des activités est donc nécessaire.

Dans ce cadre, une solution pratique peut être trouvée par la division du terroir villageois en plusieurs sous-terroirs, et l'application successive des mesures dans ces différents sous-terroirs. A la figure 4, nous avons

présenté le plan de travail à suivre.

Pendant la première année, on fait les travaux de la phase 1 dans le sous-terroir 1. Pendant la deuxième année, on y continue les travaux de la phase 2, le tout selon le schéma d'introduction des mesures (voir figure 3) tandis qu'on démarre les activités de la phase 2 dans le sous-terroir 2, etc...

Seulement, après l'implantation des mesures anti-érosives sur l'ensemble du terroir d'un bassin versant, on peut commencer avec l'aménagement des bas-fonds et des lits de marigots par la construction de retenues d'eau. Si on inverse cet ordre, on risque un ensablement total de ces retenues d'eau.

3. Extension au niveau d'une zone de développement

La force de travail qui peut être organisée par un village est limitée. L'appui que peut donner un projet de lutte anti-érosive ou un service de vulgarisation devra pouvoir s'étendre à toute une zone. Pour maximiser le nombre des réalisations par an, on devra donc mobiliser le maximum de villages que l'on pourra assister efficacement.

La principale contrainte se trouve pour le moment au niveau de l'organisation de l'organisme de développement. Beaucoup de villages et de villageois sont prêts à démarrer et attendent l'appui de la CMDT. C'est pourquoi, une tâche extrêmement importante pour le "Projet lutte anti-érosive dans la zone Mali-Sud" de la CMDT, sera de se consacrer, tout d'abord à la formation du personnel d'encadrement CMDT.

4. Discussion

Les expériences obtenues par la DRSPR, en matière de lutte anti-érosive en zone Mali-Sud, sont encore de date récente. Beaucoup de travail reste à faire, et certains résultats nécessitent d'être confirmés dans d'autres terroirs villageois.

Par exemple, la possibilité d'abandonner le concept "courbe de niveau" à l'intérieur des champs, permettant une introduction plus rapide et plus efficace, devra être vérifiée dans des zones à plus forte pente et à plus forte pluviosité.

Egalement, il sera nécessaire de mieux exprimer des mesures à prendre à l'intérieur des parcelles : bandes d'arrêt enherbées, plantation d'arbres, agro-foresterie.

Or, le fait que toutes les réponses ne sont pas encore connues, ne devra pas empêcher la réalisation des plans

d'aménagement. Cela s'applique également aux problèmes liés à l'organisation.

Dans ce cadre, on peut se féliciter de l'ouverture d'esprit d'un organisme comme la CMDT, qui a bien voulu s'engager dans la lutte anti-érosive dès à présent.

BIBLIOGRAPHIE

Arnaudin, J.P., 1979 : Les terroirs de Fonsébougou. Occupation du sol Géomorphologie, IGN Paris.

Arnaudin, J.P., 1981 : Les unités de paysage de Sibirifina (Région de Sikasso, République du Mali), IGN Paris.

Bâ, L. ; W. Van Campen ; G. Hallam et G. Vierstra, 1985 : La lutte anti-érosive et la conservation des sols ; activités de la DRSPR dans la zone de Fonsébougou et de la ZAER de Kaniko, DRSPR, Sikasso.

Campen, W. Van, et G. Hallam, 1985 : Réactions aux plaintes des paysans concernant l'érosion du sol dans les zones d'activités agricoles intensives au Mali-Sud : des réponses fixes aux propositions flexibles, DRSPR, Sikasso, (document exposé à la IVème Conférence Internationale de la Conservation du Sol, Maracay, Vénézuéla, du 3 au 9 novembre 1985).

CMDT, 1986 : Bilan de vulgarisation campagne 1985/86, CMDT Sikasso.

DRSPR, 1985 : Enquête sur le programme de lutte contre l'érosion. Quelques conclusions et recommandations, DRSPR Sikasso

DRSPR, 1986 : Rapport campagne 1985/86, Volet Fonsébougou, Commission Technique sur les Systèmes de Production Rurale, document n° 2, DRSPR Bamako.

Kleene, P. ; Vierstra, G.A., 1985 : Contribution de la Recherche-Développement au développement agricole. Le cas de la zone Mali-Sud, DRSPR Sikasso.

Roose, E., 1985 : Rapport de Mission auprès de la DRSPR dans la région Sud Mali, 3-15 décembre 1984, DRSPR Sikasso.

TRAORE, M., 1980 : Atlas du Mali, éd. "Jeune Afrique", Paris.

TRAORE, M., et COULIBALY, L., 1986 : Etude agrostologique du terroir de Kaniko. Mission CRZ auprès de la DRSPR, 22-29/7/1986, CRZ, Bamako.

Virmani, S.M., S.J. Reddy and M.N.S. Boose, 1980 : A handbook on the rainfall climatology of West Africa. Data for selected locations. Information bulletin Nr. &. ICRISAT Patancheru.